

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 58160619
PUBLICATION DATE : 24-09-83

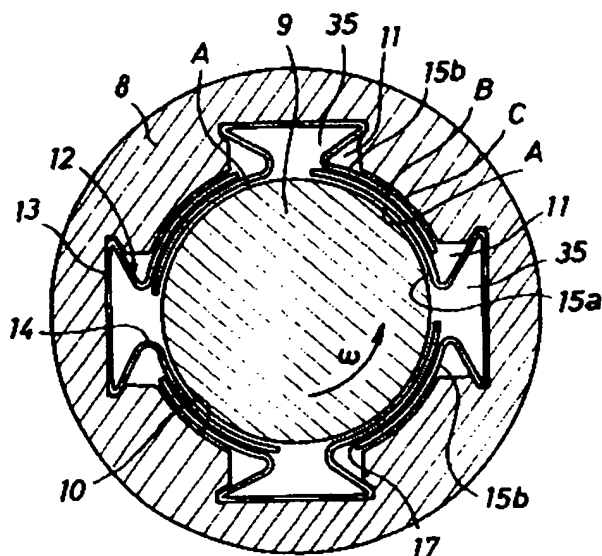
APPLICATION DATE : 16-03-82
APPLICATION NUMBER : 57040157

APPLICANT : ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND
CO LTD;

INVENTOR : SUGITA TAKASHI;

INT.CL. : F16C 17/02 F16C 17/04 F16C 17/10

TITLE : STRUCTURE OF GAS BEARING



ABSTRACT : PURPOSE: To secure high speed stability of a bearing by engaging ridge engagement parts of a foil of almost cup-like section with engagement grooves on the inner periphery of a bearing case and having a foil piece to overlap an adjacent foil.

CONSTITUTION: The plural number of engagement grooves 11 are formed at appropriate intervals along the peripheral direction on the inner peripheral surface of a bearing case 8. On the other hand, after forming ridge engagement part 13 in the central part of a foil 12, the foil 12 of almost cup-like section is formed with a spring-like and arc-shaped foil piece 15 arranged on its both sides. The engagement part 13 of the foil is engaged with engagement groove 11 of the bearing case 8 so that foil pieces 15a, 15b cover a shaft 9 along the peripheral direction. The foil pieces overlap each other in such a manner as a foil piece 15a on the rotating direction side of the shaft is closer to the shaft core than a foil piece 15b on the contrary side of the rotating direction of a neighboring foil.

COPYRIGHT: (C)1983,JPO&Japio

BEST AVAILABLE COPY

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭58—160619

⑪ Int. Cl.³
F 16 C 17/02
17/04
17/10

識別記号

庁内整理番号
7127—3 J
7127—3 J
7127—3 J

⑬ 公開 昭和58年(1983) 9月24日

発明の数 2
審査請求 未請求

(全 8 頁)

⑭ ガス軸受構造

号石川島播磨重工業株式会社技
術研究所内

⑮ 特 願 昭57—40157

⑯ 出 願 人 石川島播磨重工業株式会社

⑰ 出 願 昭57(1982) 3月16日

東京都千代田区大手町2丁目2
番1号

⑱ 発 明 者 杉田孝志

東京都江東区豊洲三丁目1番15

⑲ 代 理 人 弁理士 絹谷信雄

明 細 書

1. 発明の名称

ガス軸受構造

2. 特許請求の範囲

- (1) 軸の荷重を支持する軸受ケースの内周面に、この内周面の周方向に沿って適宜の間隔を隔てて複数の係合溝を形成し、両側にフオイル片を形成したフオイルの中央に係合部を設け、この係合部を上記係合溝に係合させ上記フオイル片が軸を周方向に沿って覆うように配設し、上記軸の回転方向側のフオイル片が隣接するフオイルの反回転方向側のフオイル片よりも軸心寄りとなるようにフオイル片を互に重合させ、この重合した各フオイル片と上記軸受ケースの内周面との間に適宜の空隙を形成して、軸の高速安定を図るようにしたことを特徴とするガス軸受構造。

- (2) 軸の荷重を支持する軸受ケースの内周面に、この内周面の周方向に沿って適宜の間隔を隔てて複数の係合溝を形成し、両側にフオイル

片を形成したフオイルの中央に係合部を設け、この係合部を上記係合溝に係合させフオイル片が軸を周方向に沿って覆うように配設し、上記軸の回転方向側のフオイル片が隣接するフオイルの反回転方向側のフオイル片よりも軸心寄りとなるようにフオイル片を互に重合させ、この重合した各フオイル片と上記軸受ケースの内周面との間に適宜の空隙を形成したガス軸受構造において、上記軸受ケースの内周面を円錐形とするとともに、この円錐形の軸受ケースの内周面に合わせるべく上記フオイルを円錐面を周方向に沿って分割した円錐割形状とし、この円錐割形状をしたフオイル片の剛性を大径側より小径側に向けて順次小としたことを特徴とするガス軸受構造。

発明の詳細な説明

本発明は新規なガス軸受構造に係り、特にばね要素を重合させることにより高速回転体を安定に支持することができる高性能のガス軸受構造に関する。

一般に、オイルよりもガスの方が粘性が低いため、ガス軸受構造はターボ圧縮機、ターボ膨張機、ターボチャージャー等の高速ターボ機械あるいは冷凍機等に幅広く使用されて利得が大きい。ガス軸受の性能を向上させるためには軸受と軸との隙間である軸受隙間を小さくすれば良いことが知られているが、物理的に自ずと限界があつた。

第1図が従来のフォイル軸受を例示する図である。第1図のフォイル軸受は米国特許第3382014号に係り、軸受ケース1の内周面に一端を係合し他端を軸2の一部を囲繞すべく軸2の回転方向に延出したフォイル3を複数個(図示の例では8個)設け、各フォイル3の先端が隣接するフォイル3に接触Xするように構成したものである。しかして、フォイルとフォイルの接触点Xにおけるクーロン摩擦により軸2の振動によるガス膜力の変動を減衰させ、軸回転の安定を図っておりフォイル軸受としては比較的優れた性能と実績を有している。

しかしながら、次のような欠点がある。

周方向に沿つて適宜の間隔を隔てて複数の係合溝が形成されている。一方、フォイルの中央幅方向全長に亘つて湾曲させて突条の係合部を形成し、この係合部の形成により係合部を境に両側に二分割されて出来たフォイルの各々をばね性の弧状フォイル片又は平板状フォイル片とする断面略孟形のフォイルが形成されている。そしてこのフォイルはその係合部を上記軸受ケースの内周面の各係合溝に係合され、フォイル片が軸を周方向に沿つて覆うように配設されている。このように配設されたフォイルのフォイル片は、軸の回転方向側のフォイル片が隣り合うフォイルの反回転方向側のフォイル片よりも軸心側に来るように互に重合され、この重合したフォイル片のばね作用並びに互に離反するときに生じるスクイズ作用およびクーロン摩擦により径方向のガス膜力変動を吸収するようになっている。また、重合した各コイル片同士及びフォイル片と上記軸受ケース内周面との間には適宜の空隙が形成されているのでダンピング効果がある。もつてジャーナル又はスラスト軸の

- (1) 減衰要素がフォイルとフォイルの接触点におけるクーロン摩擦が主体的であるために高速安定に欠ける。
- (2) 上記接触点におけるフォイルの摩耗、損傷が生じ易く、このため耐久性に問題がある。
- (3) フォイルが軸を当初締着する状態を呈するため起動トルクが大きい。

そこで、本発明者は従来のガス軸受構造における問題点に鑑み、これを有効に解決すべく本発明を創案するに至つたものである。

本発明の目的とするところは、軸回転の高速安定性を可及的に向上せしめ、広範な環境温度にも耐え、部品点数を減らし小型化でき、かつ量産性に富みコスト低減を図れるとともに組立、分解を容易にすることができるガス軸受構造を提供するにある。

本発明は、かかる目的を達成すべく次のように構成したものである。

即ち、軸の荷重を支持するジャーナル又はスラスト軸受の軸受ケースの内周面に、この内周面の

高速安定性を向上させるように構成されている。

又、上記構成において、軸受ケースの内周面を円錐形とするとともに、この円錐形に合わせるべくフォイルを上記円錐面に沿つて分割して円錐割形状とし、円錐形フォイルガス軸受を形成し、この円錐割形状をしたフォイル片の剛性を、各部のガス膜圧力が大径側と小径側とは異なるので、それに対応するように大径側から小径側に向けて順次小さくすべくフォイル片の厚さを変化させるか又はスリットを設け、径方向及び軸方向の荷重を共に安定に支持し、もつて円錐形軸受に支持される軸の高速安定性を向上させるように構成されている。

以下、本発明に係るガス軸受構造の好適一実施例を添付図面に従つて説明する。

第2図、第5図及び第6図は本発明のガスジャーナル軸受における実施例であり、第3図及び第4図は第2図のガスジャーナル軸受の構成要素となるフォイルの斜視図である。また、第7図及び第8図はスラスト軸受に適用した実施例を示す図

である。

第2図において、8は軸9の径方向の荷重を支持するジャーナル軸受ケースであり、その軸受ケースの内周面10の周方向に沿って適宜の間隔を隔てて複数の係合溝11が軸方向に形成されている。ここでは、係合溝11はありみぞとして4個形成された場合を例示している。

上記係合溝11に係合されるフオイル12は第3図及び第4図に示すごとく、一枚の厚さが均一な長方形板ばねをそのほぼ中央幅方向に亘り湾曲させて係合溝11に係合するように係合部13を形成し、この形成した係合部13の両側に延びるフオイル片15a、15bを同一の弧状面となし、断面略歪状に加工成形されたものである。形状は対称ではなく一方のフオイル片15aが他方15bよりも幾分長くなつて、後述するフオイル片15同士との重合面積を大きくするようにしている。第4図のフオイル12は一方のフオイル片15aの立上り部に傾斜辺16を設けて、剛性を弱め、ガス膜の形成を高めるようになつている。

うに加工されており、このようなジャーナル軸受に軸9を挿入することにより、第2図に示すごとく、軸9とフオイル片15a、フオイル片15aとフオイル片15b及びフオイル片15bと軸受ケース内周面10の三箇所は互に若干の接触をしつつ空隙A、B、Cをそれぞれ有する構成となつている。

第5図に示すジャーナル軸受は軸受ケース18の内周面に円形の係合溝21を形成するとともに、この係合溝21に合致させるべくフオイル22の係合部23も円形に湾曲形成したものである。また、第6図に示すジャーナル軸受は、フオイル片25を図示するごとく、一方のフオイル片25aはそのまま軸受ケース24の内周面に円形の係合部26より延出されているが、他方のフオイル片25bが一旦一方のフオイル片25aに沿って延出され、重合した後折り返され今度は逆方向に延出するという、全く非対称に成形したものである。このような非対称に成形することにより、フオイル片25が軸27を均一な空隙Aを保持して圍繞

なお、フオイル12はばね鋼に耐摩耗表面処理、例えばテフロンコーティングまたはセラミックをプラズマコーティングしたもの等を使用する。

上述のように加工成形されたフオイル12は、第2図に示すごとく、軸9の回転方向 ω 側のフオイル片15aが隣接するフオイル12の反回転方向側のフオイル片15bよりも軸心側へ来るように各フオイル片15は互に重合されるようになつている。従つて軸心側から回転方向 ω に沿つてフオイル片15を見ると、上記各フオイル片15との重合による継ぎ目17は表面には現われず、すべて裏面に隠されることとなる。また、図示のどとく長い方のフオイル片15aを回転方向側に、短い方のフオイル片15bを反回転方向側に向けてあるので、前述のように各フオイル片15を互に段違いに重合させることにより重合面積を大きくとれ、特にこの例示では短い方のフオイル片15bのすべてが重合された恰好になつている。

ジャーナル軸受ケース8の内径は軸9径とフオイル12板厚の四倍の和よりも若干大きくなるよ

する軸受面積を増加し、かつ、フオイル片25同志の重合面積も大きくして高性能化を図らんとしたものである。

第7図及び第8図は本発明をスラストガス軸受に適用した実施例を示す図である。

図に示すごとく、スラスト軸受ケース28と軸に固着したカラー29との間にフオイル33が配置されている。この軸受ケース28の上面は山形状をなしその後辺が径方向に放射状に形成されている。隣り合う支持片30同志間の溝は係合溝31となるべくありみぞとして形成され、この係合溝31に扇形状の平面フオイル片32を有するフオイル33の係合部34に係合させ、隣接するフオイル片32が支持片30上で互に重合するように組み立てられている。ジャーナル軸受との本質的な構造上の相異点は、フオイル片32と支持片30との空隙Cにある。かかる空隙は、ジャーナル軸受では主として後述するスクイズ作用が目的であるのに対して、スラスト軸受における上記空隙Cは支持片30により径方向の線状支点とな

つており、上記フイル片32の重合が弾性面テイルテイングバンド軸受としてのピボットの役割を主として受持ち、カラー29とフイル片32との間の空隙Aにおいて回転方向を向いたくさび状ガス膜の形成を促進し軸の負荷容量増大の効果をもたらすように構成されている。

以上の構成よりなる本発明の作用について第2図を例にとり述べる。

同図において、軸9が矢印 ω 方向に回転することにより気体の粘性に基づき係合部13内の空間35にある気体が巻き込まれ軸9とフイル片15aとの空隙Aにおいて、気体の粘性に基づく作用により、圧力が発生する。フイル片15aはフイル片15bと重合して、バネ機能を有するが、上記、空隙Aの発生圧力と釣り合うべく径方向外方に変位し、空隙Aにガス膜を形成するに至る。よつて、フイル片15aと軸9によつて形成される空隙A部が当ガス軸受の潤滑気体膜となり、軸に作用する径方向外力と釣り合うべき、気体膜圧力が各々の空隙A部に生成されるもので

同じことがいえるのである。

一方、ガスが空隙A、B、Cより押し出されるということは、逆に空隙に存するガス膜圧が大きくなり、変位する側と軸9の反対側の空隙のガス膜圧が小さくなるということであるから、変位側の空隙ガス膜圧により軸9を反変位方向に押しやり軸変位を是正する。この是正は、ガス膜圧が空隙面積に比例して大きくなることから、フイル片15の重合面積が大きければ大きいほど有効に行なわれることになる。

また、上記スクイズ作用の減衰性に加えて、フイル片のばね作用も径方向の力として独自に作用することにより減衰性を発揮し得、しかも、空隙B及びCにおいては軸変動外力が加わつたときこの力に釣り合うべくフイル片15は更に外方へ変位しこれら空隙B、Cを挟めるのでスクイズ作用を一層助長する。そして、このフイル片15の変位時には、二箇所の空隙B、Cが互に若干の接触をしていることによりクーロン摩擦が発生し、この発生したクーロン摩擦からも軸変動に

ある。しかし、ここで軸9に変動外力が作用した場合に本軸受の特長が発揮されるものであり、フイルの作用がばね要素、クーロン摩擦のみに依る場合には上記変動外力を十分に減衰し得ず、高速安定性が余り良くない。

そこで本発明では、上述したように軸9とフイル片15aとの空隙A、フイル片15aとフイル片15bとの空隙B及びフイル片15bと軸受ケース内周面10との空隙Cを形成することにより、軸9が変動した場合にこれらの空隙A、B、Cに存在するガスがスクイズ作用により空隙より押し出され、この押し出された分だけ軸変動外力を吸収し、変動を減衰するようにしたのである。従つて第6図のジャーナル軸受のようにフイル片25aとフイル片25bとの重合面積が大きければ大きい程、スクイズ作用面積が大きくなり押し出されるガス量が多くなるのでより減衰効果を大ならしめることができる。これはまた、空隙層の数を多くすること、換言すればフイル片同士の重ね合せの数を多くすることによつても

減衰効果を付与する。

このように、軸9に変動外力が作用した場合には、空隙A、B、Cに存在する気体のスクイズ作用による減衰性と、フイル片15a、15bによるクーロン摩擦減衰並びにフイル片15の重合ばね性により安定した軸受面ガス膜が形成され、振動減衰効果が発揮されるので、軸一軸受系の高速安定化を達成することができるものである。このような作用効果は、第7図及び第8図に示したスラスト軸受構造についても同様である。

第9図乃至第11図は本発明を円錐形ガス軸受に適用した実施例を示し、第12図乃至第15図はその構成要素であるフイルの各種実施例を示すものである。

第9図乃至第11図において、36は円錐形の内周面37を有する円錐形軸受ケースであり、円錐状に製作された軸38の径方向および軸方向の荷重を支持するように構成されている。この円錐形軸受ケース36の内周面38には、この内周面の周方向に沿つて適宜の間隔を隔てて複数の円形

の係合溝39が軸方向に形成されている。foil 40は第13図に示すごとく、円錐形の軸38に合わせるべく、円錐面を周方向に沿って軸方向に分割した円錐割形状をしており、中央軸方向に湾曲形成した係合部41を有し、この係合部41の両側をばね性のfoil片42としている。このfoil 40はその係合部41を上記係合溝39に係合させfoil片42が隣接するfoil片42と互に重合して軸38を周方向に沿って覆うように組み立てられる。そして、foil片42の重合順序は軸38の回転方向の側のfoil片42が常に軸心側になるように重ね合わされている。

上記構成による作用は既述のジャーナル軸受あるいはスラスト軸受と同様に空隙A, B, Cに存在する気体のスクイズ作用による減衰性と、foil片42によるクローン摩擦減衰、並びにfoil片42の重ね合せばね性により安定した軸受面ガス膜が空隙A部に形成され、振動減衰効果を発揮し軸38と軸受系の高速安定化を達成できる

る。

第13図に示すfoil 43は、軸方向に沿ってfoil 43又はfoil片44の板厚を、大径側のfoil厚み t_1 よりも小径側のfoil厚み t_2 が連続的に小さくなるように変化させたものであり、これによりfoil剛性をガス膜圧力に対応させるようにしてある。

第14図に示す二番目の実施例は、foil片45の一部に軸心と直角方向に適宜な長さの切欠き状のスリット46を複数本設けた構造である。このスリット46を設けたfoil片45は、隣接したfoil 47のfoil片45と互に重合されるとき軸心寄りとなる側のfoil片45aではなく、これをバックアップするこれとは反対側のfoil片45bの小径側に主として設けるものであり、複数のスリット46長は小径側に行くに従って長くしてある。しかして、組み立てられたfoil軸受の小径側foil剛性の過大化を回避させている。

第15図に示す第三の実施例は、第14図の実

ものである。

しかしながら、上述の機能を十分に発揮させるためには軸38とfoil片42との空隙Aである軸受部に発生するガス膜圧力に対応して適切なfoil 40ないしfoil片42の剛性を選択することが重要である。周知のようにガス膜において発生する圧力の大きさは相対速度(周速)に比例的な関係があり、本軸受のごとく円錐面状の軸受では円錐軸38の大径 R_1 側と小径 R_2 側とは、同一回転数で回転しても発生するガス膜圧力に差異を生じることになる。すなわち、小径 R_2 側は大径 R_1 側よりもガス膜圧力が小さくなるのである。従つて、これに対応してfoil剛性の大きさを適切に選ぶ必要がある。これより、第12図に示すような板厚一様の板ばねを単に円錐割形状に形成したfoil 40では、小径側foil片42の剛性が大径側のそれよりもむしろ大きくなつてしまい欠点が生じてしまうことになる。そこで、この欠点を回避するfoilとして第13図乃至第15図に三つの実施例を示してい

実施例に加えて軸心寄りとなる側のfoil片45aにも同様の切欠き状のスリット48を設けた構造で、このスリット48によりfoil片45aを部分的に複数個(図の場合は五個)に分割させ、円錐径に応じて適宜なfoil剛性が得られるようになっていた。また、図は省略するが、第14図の場合とは逆に、軸心寄りとなる反対側のfoil片45bに第15図に示したスリット48を設ける場合にも同様の効果が期待できる。さらに、上記各実施例とは異なり一枚のfoilではなく、foilの厚みが異なる複数個の径を変えた短い長さの分割foilを製作し、これら分割foilを順次係合溝に係合して組み込むことにより第15図の構造と均等な機能を持たせることもできる。

以上述べたように本発明によれば次のような優れた効果を発揮する。

- (i) 重合した各foil片と軸受面との間に適宜の空隙を形成したことにより、二重乃至三重のスクイズ減衰作用がありジャーナル軸受又はス

ラスト軸の軸一軸受系の高速安定化を図ることができ、また起動トルクを小さくすることができる。

- (2) 隣接するフオイル片を互に重合させることにより、二重ばね作用が働きフオイル片の変形を均等化でき、軸受面ガス膜の安定化が図れ負荷能力を高めることができる。また、二次的作用になるがフオイル片の接触によりクーロン摩擦減衰も付加され、軸変動の一層の安定化を達成することができる。
- (3) フオイル片は弾性の軸受面を形成するので、剛体テイルテイングパッドに比し、異物の侵入に対する損傷が少ない。
- (4) 軸受面が弾性を有するので軸変動に対する減衰作用が、温度の変化による軸及び軸受の収縮あるいは膨張による寸法変化に対しても影響が少なく、適用温度範囲が広い。
- (5) 係合溝に係合部を係合させるだけで軸受面にフオイルを組み込むことができるので組立が容易である。

ジャーナルガス軸受構造の変形例を示す横断面図、第7図は本発明のガス軸受構造の他の適用例を示すスラスト軸受の斜視図、第8図はカラー軸を追加した第7図の展開側面図、第9図乃至第11図は本発明のガス軸受構造の別な適用例を示す円錐形ガス軸受構造であり、平面図、第9図のX-X線断面図及び底面図、第12図は同円錐形ガス軸受構造の要素となるフオイル原型の斜視図、第13図乃至第15図は具体的なフオイル態様を示す斜視図である。

なお、図中8はジャーナル軸受ケース、9は軸、10は軸受ケース内周面、11は係合溝、12はフオイル、13は係合部、15a、15bはフオイル片、18はジャーナル軸受ケース、19は軸受ケース内周面、21は係合溝、22はフオイル、23は係合部、24はジャーナル軸受ケース、25a、25bはフオイル片、26は係合溝、27は軸、28はスラスト軸受ケース、29はカラー、31は係合溝、32はフオイル片、33はフオイル、34は係合部、36は円錐形軸受ケー

(6) 軸受ケースの内周面を円錐形にするとともに、フオイルを円錐割形状としたことにより、ジャーナル、スラスト両軸受の機能を単一の軸受で有する円錐形軸受の軸一軸受系の高速安定化を図ることができる。

(7) また、単一の軸受で両機能を有することにより構成部品点数及びメカニカルロスが少なく、軸の剛性も大きくすることができ危険速度を上げることができる。

(8) 円錐割形状をしたフオイル片の剛性を大径側より小径側に向けて順次小としたことにより、フオイル片の変形を均等化でき円錐軸受面ガス膜を安定化し、負荷能力を高め高性能化を達成することができる。

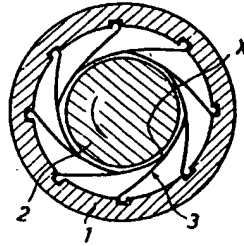
4. 図面の簡単な説明

第1図は従来からのガス軸受構造を示す横断面図、第2図は本発明のガス軸受構造の適用例を示すジャーナルガス軸受構造の横断面図、第3図及び第4図は第2図のジャーナルガス軸受構造の要素となるフオイルの斜視図、第5図及び第6図はジャ

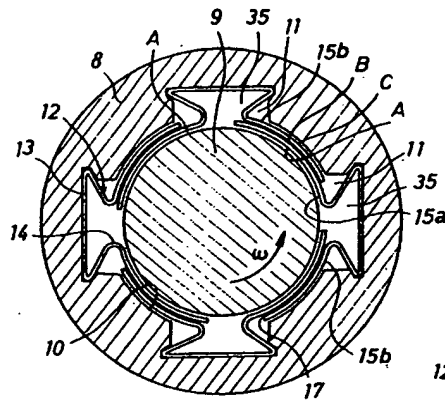
ス、37は軸受ケース内周面、38は円錐状の軸、39は係合溝、40はフオイル、41は係合部、42はフオイル片、43はフオイル、44はフオイル片、45a、45bはフオイル片、46は切欠き状のスリット、47はフオイル、48は切欠き状のスリット、A、B及びCは空隙、ωは回転方向である。

特許出願人 石川島播磨重工業株式会社
代理人 弁理士 相谷 信雄

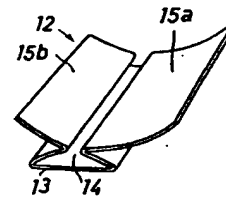
第 1 図



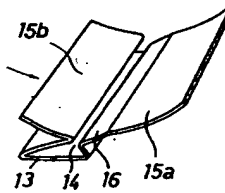
第 2 図



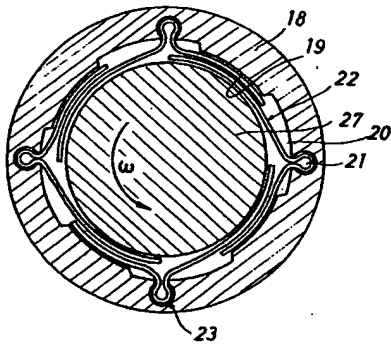
第 3 図



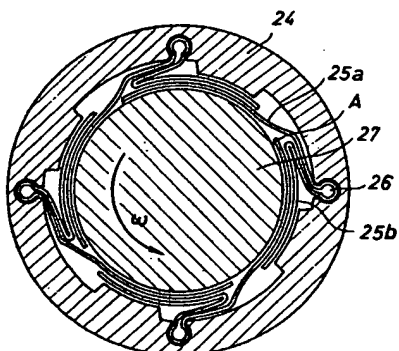
第 4 図



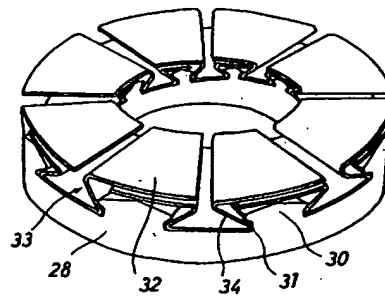
第 5 図



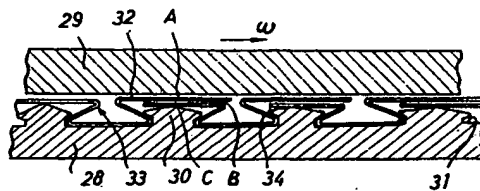
第 6 図



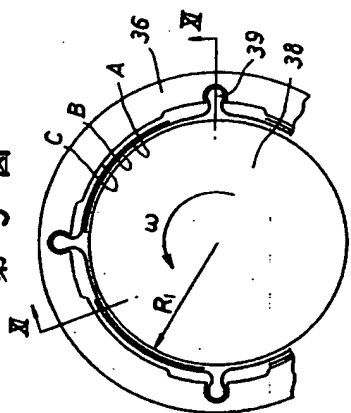
第 7 図



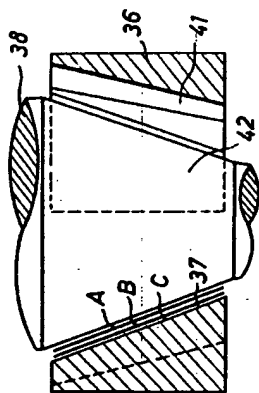
第 8 図



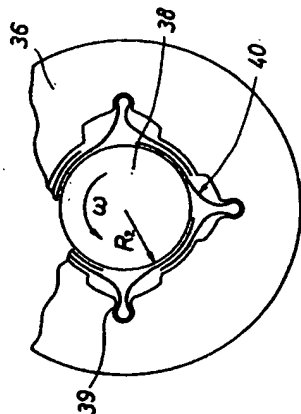
第 9 図



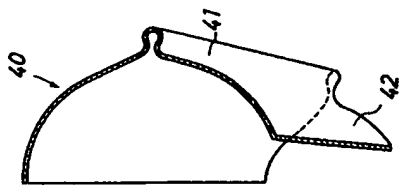
第 10 図



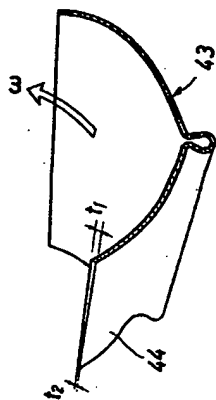
第 11 図



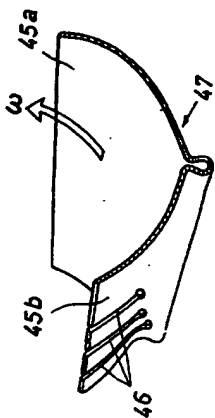
第 12 図



第 13 図



第 14 図



第 15 図

